Technical Note

Public Works Canada | Travaux publics Canada

Solar Programs Office (613) 996-9617

No. 19: December, 1983

Snow Loads Around Solar Collectors (Preliminary Findings)

1. SYNOPSIS

Two years ago, a survey was started to measure snow loads around solar collectors installed on the roofs of buildings. Because the survey is still in progress, and will be for at least another two years, final design recommendations cannot be made. However, results to date indicate that while significant drifts were not observed in single-row installations, drifting was observed in multiple-row arrays.

2. INTRODUCTION

Over the past few years solar collectors have been installed on the roofs of many buildings across Canada. The ability of roofs to support collector arrays and the snow accumulating around them is therefore important. Unfortunately, little is known about snow accumulation around the rows of collectors. Because of this, designers err on the side of safety by recommending unnecessary strengthening of the roof and the supporting structure.

Although scale model studies can help in determining drift shapes and studying the effects of different variables [1], design provisions should be based on measurements around collectors on actual buildings. Unfortunately only a few measurements are reported in the literature, and these were done during a winter in which there was very little snow[2][3]. A snow load survey was initiated by the Civil Engineering Division and the Solar Programs Office of Public Works Canada, in cooperation with the Division of Building Research of the National Research Council of Canada, to begin collecting more information.

Contracts were issued to structural engineering firms in Toronto, Ottawa and Montreal to measure snow loads over the winter of 1981-82. These contracts were renewed for the winter of 1982-83, and in addition a firm was retained in Winnipeg. There was very little snowfall the second winter, so no worthwhile data was collected.

The survey is continuing this winter and, if funds are available, next winter.

Surveys of this kind usually extend over a minimum of ten years in order to obtain a reasonable statistical base. However, in this case the ten-year span has been shortened to three winters in which there is a medium to heavy snowfall in order to recommend design procedures as soon as possible.

3. THE SNOW LOAD SURVEY

Between five and seven buildings were selected in each city. These buildings were chosen with care in order to keep the number of variables to a minimum. The buildings were all low-rise, flat-roof buildings with collectors mounted on the roof (see Figure 1). Most were located in the open, and were not sheltered from the wind by nearby buildings. Although the majority of the collector installations were of the multiple-row type, some single-row installations were also studied.

Measurements were made following each major snowfall, or at least once a month. Snow depths were measured at regularly spaced intervals using a metre stick, and snow density measurements were taken at two or three representative locations on the roof. In addition, depth and density measurements were taken on the ground so that a comparison could be made.

Typical results for the Air Canada powerhouse in Montreal are shown in Figures 1 and 2. The numbers on the plan view and section in Figure 2 refer to the depth of snow on the roof in millimetres, although the field measurements were taken in centimetres, in accordance with standard procedures for measuring snow depths. Other information concerning the building is given in millimetres in accordance with standard practice.

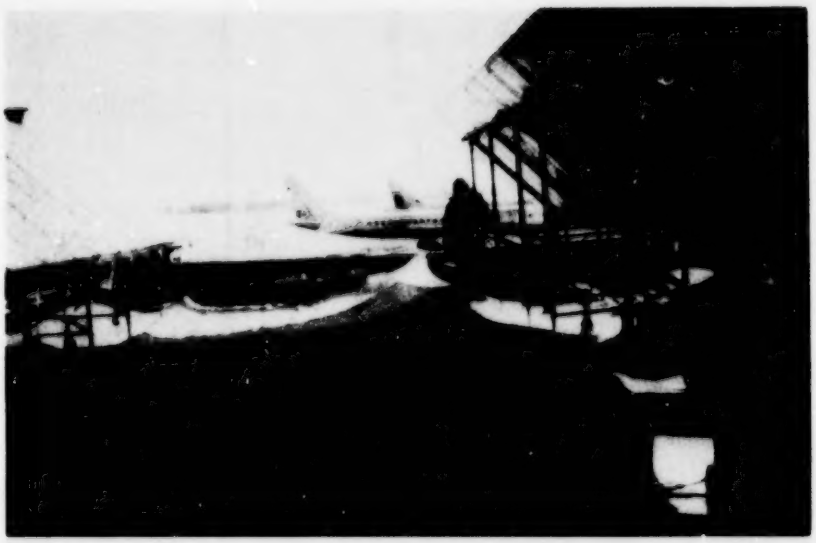


Fig. 1 Photograph of Snowdrift between the Rows of a Solar Collector Installation

No. 82 - 9

Date: March 15, 1982
Location: Montreal

ROOF AND BUILDING DESCRIPTION

Type of structure and use: Single storey flat roof building. Powerhouse.

Building Heated: Yes
Roof Insulated: Yes
Shelter Conditions: Exposed

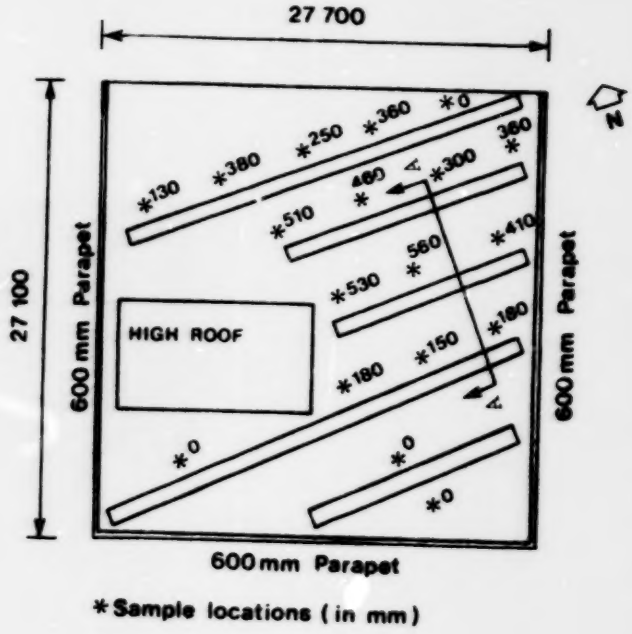
ROOF SNOW LOADS (kN/m^2)

Maximum Observed: 1.76

GROUND SNOW LOAD (kN/m^2)

NBC (1980): 2.7
Average Observed: 1.20

SNOW LOAD DISTRIBUTION



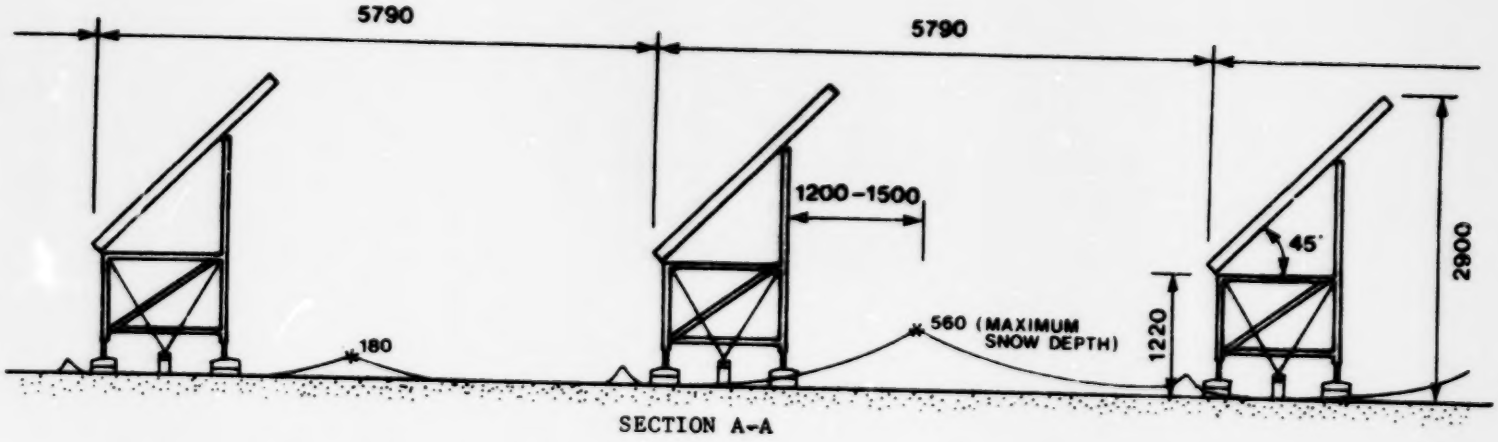


Fig. 2 Summary of measurements made on the roof of the building shown in Fig. 1.

4. RESULTS

Significant drifts were observed in installations with multiple rows of collectors. As shown in Figure 1, the drifts were deepest between the rows. Underneath and in front of the rows, where the wind flow was accelerated by the tilt of the collector[1], the snow was not as deep. Small pile-ups in front of the rows, caused by sliding snow, were also observed. Although the amount of snow in a drift is affected by such factors as climatic conditions, row spacing, clear height, and wind speed and direction, the general wavelike drift shape was observed with all multiple-row installations.

In contrast, very little drifting was observed around single-row installations. Scoured areas underneath the collectors were observed, due to the accelerated wind speeds as described above. The model studies[1] indicate that the blown snow should be deposited as a drift downwind of the collector. However the collectors were either so short, or so close to the roof edge, that these drifts could not be observed.

5. SUMMARY

The results to date can be summarized as follows:

(a) significant drifting occurs between the rows of multiple-row collectors;

(b) the drifts are wave-shaped, with peaks between the rows and troughs underneath the rows (see Figures 1 and 2);

(c) the amount of snow in each wave is affected by factors such as clear height, row spacing and climatic conditions;

(d) a pile of snow can occur in front of each row due to sliding snow.

In view of the above, care should be taken in determining the load- carrying capacity of a roof system with joists oriented in the same direction as the collector rows. In this type of framing the most heavily loaded joists will be those located approximately midway between the lower edges of adjacent rows, and those directly below the collectors. In contrast, single row collectors seem to present a much less serious design problem, especially if the row is short, or close to the roof edge.

References

1. 'Prevention of Excess Snow Accumulation due to Roof Mounted Solar Collectors', Morrison, Hershfield, Theakston and Rowan Ltd., Consulting Engineers, Guelph, Ontario (Draft).

2. O'Rourke, M.J., 'Snow and Ice Accumulation Around Solar Collector Installations', National Bureau of Standards, Report NBS GCR 79-180, 1979.

3. Corotes, R.B., Dowding, C.H., and Rossow, E.C., 'Snow and Ice Accumulation at Solar Collector Installations in the Chicago Metropolitan Area', National Bureau of Standards, Report NBS GCR 79-181, 1979.

Guide technique

Travaux publics Canada | Public Works Canada

Bureau des programmes solaires (613) 998-9817

N° 19: Décembre 1983

Surcharges dues à la neige au voisinage de capteurs solaires (Résultats préliminaires)

1. PRÉCIS

Il y a deux ans, on a commencé une étude en vue de mesurer les surcharges dues à la neige au voisinage de capteurs solaires montés sur des toits d'immeubles. Étant donné que l'étude n'est pas encore terminée et qu'elle durera encore au moins deux ans, il est impossible de faire des recommandations finales quant à la conception. Toutefois, les résultats obtenus jusqu'ici indiquent qu'il n'y a pas formation de congères importantes dans le cas des installations comprenant une seule rangée de capteurs, mais qu'il se forme des congères dans les installations à rangées multiples de capteurs.

2. INTRODUCTION

Au cours des dernières années, on a installé des capteurs sur les toits de nombreux immeubles partout au Canada. La capacité des toits à supporter une batterie de capteurs et la neige qui s'accumule autour est donc un élément important. Malheureusement, on sait peu de choses sur l'accumulation de neige au voisinage des rangées de capteurs. A cause de cela, les concepteurs ont tendance à pécher par excès de prudence, et ils peuvent recommander qu'on effectue des travaux inutiles de renforcement du toit.

Les études sur modèles à l'échelle peuvent aider à déterminer les formes des congères et à évaluer les effets de différentes variables [1] mais les dispositions relatives à la conception doivent aussi être basées sur des mesures concrètes effectuées autour de capteurs montés sur des immeubles. Malheureusement, la documentation ne fait état que de quelques mesures, et celles-ci ont été effectuées au cours d'un hiver pendant lequel les chutes de neige ont été très faibles [2][3]. La Division du génie civil et le Bureau des programmes solaires de Travaux publics Canada, en collaboration avec la Division des recherches en bâtiment du Conseil national de recherches du Canada, ont mis sur pied une étude des surcharges dues à la neige, en vue de commencer à recueillir plus de données.

Des contrats ont été accordés à des sociétés d'ingénieurs en construction de Toronto, Ottawa et Montréal pour qu'elles mesurent les surcharges dues à la neige au cours de l'hiver 1981-82. Ces contrats ont été renouvelés pour l'hiver 1982-83, et un autre contrat a été accordé à une société de Winnipeg. Les chutes de neige ont été très faibles pendant le deuxième hiver et aucune donnée valable n'a été recueillie.

L'étude se poursuit cet hiver et il en sera de même l'hiver prochain, si des fonds sont disponibles.

Pour que de telles études permettent d'obtenir une base de données raisonnable, elles doivent habituellement s'étendre sur une période minimale de dix ans. Toutefois, dans le cas présent, on a réduit la période de dix ans à trois hivers au cours desquels les chutes de neige sont de moyennes à abondantes, afin de pouvoir recommander des règles de conception le plus rapidement possible.

3. ÉTUDE DES SURCHARGES DUES A LA NEIGE

On a choisi de cinq à sept immeubles dans chaque ville. On a pris soin de choisir ces immeubles de façon à garder le nombre de variables le plus limité possible. Tous les immeubles étaient bas et à toit plat, et les capteurs étaient montés sur le toit (voir Figure 1). La plupart étaient situés dans un endroit dégagé et n'étaient pas protégés contre le vent par les immeubles voisins. La plupart des installations comprenaient plusieurs rangées de capteurs, mais on a aussi étudié quelques installations comprenant une seule rangée de capteurs.

On a effectué des mesures après chaque chute de neige importante, ou au moins une fois par mois. On a mesuré l'épaisseur de neige à intervalles réguliers à l'aide d'un mètre, et on a mesuré la densité de la neige en deux ou trois points représentatifs du toit. De plus, on a mesuré l'épaisseur et la densité au sol afin de pouvoir faire des comparaisons.

Les figures 1 et 2 montrent les résultats obtenus pour la centrale électrique d'Air Canada à Montréal. Les nombres inscrits sur la vue en plan et la vue en coupe de la Figure 2 représentent l'épaisseur de neige sur le toit, en millimètres, bien que les mesures sur le terrain aient été prises en centimètres, comme il est de règle pour les mesures d'épaisseur de neige. D'autres données concernant l'immeuble sont fournis en millimètres, suivant les méthodes habituelles.

Fig. 1 Photographie d'une congère entre des rangées de capteurs solaires

N° 82 - 9
Date: 15 mars 1982
Endroit: Montreal

DESCRIPTION DU TOIT ET DE L'IMMEUBLE

Type de structure et utilité: immeuble d'un seul étage à toit plat, centrale électrique.

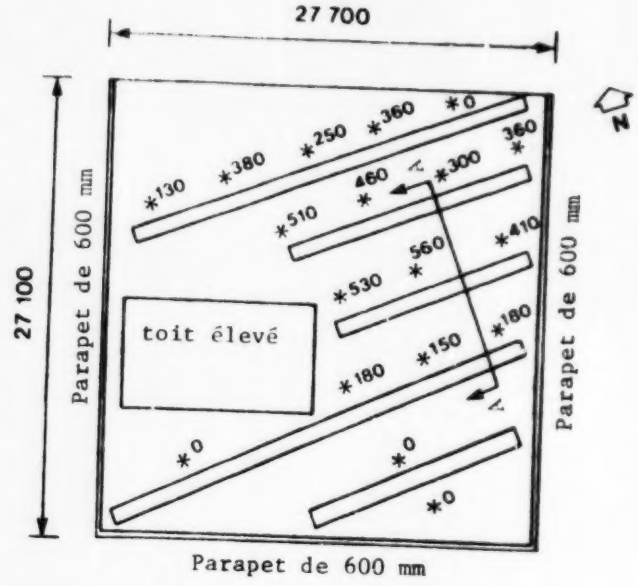
Chauffage de l'immeuble: oui
Isolation du toit: oui
Etat de protection: exposé

SURCHARGES DUES À LA NEIGE S'EXERÇANT SUR LE TOIT (kN/m^2)

Maximum observé: 1,76

CHARGE DE NEIGE AU SOL (kN/m^2)

CNB (1980): 2,7
Moyenne observé: 1,20



DISTRIBUTION DE LA SURCHARGE DUE À LA NEIGE

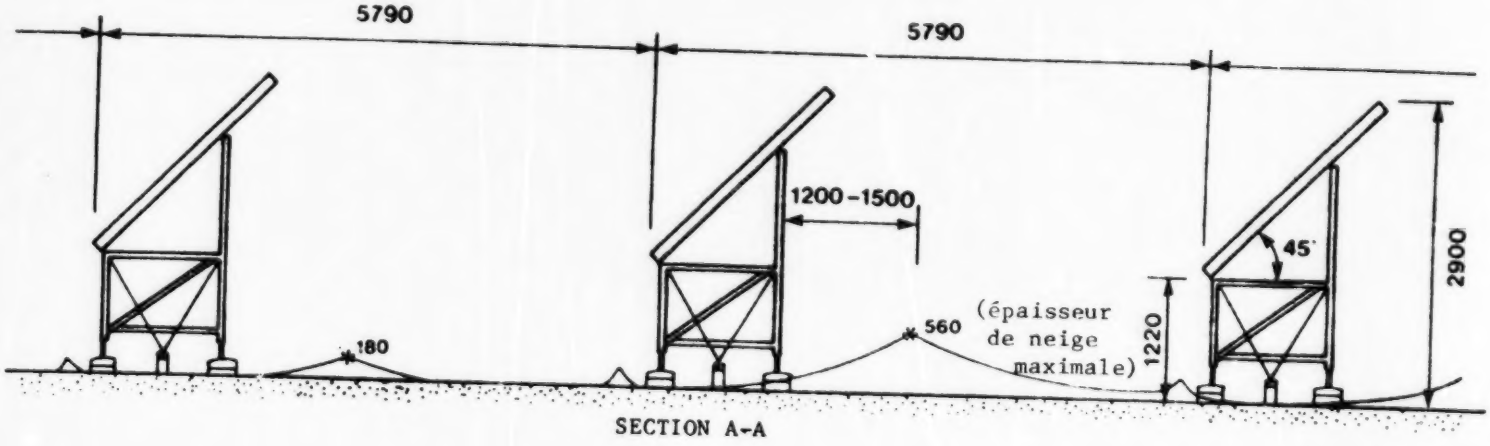


Fig. 2 Resumé des mesures effectuées sur le toit de l'immeuble representé à la Fig. 1.

4. RÉSULTATS

On a observé la présence de congères importantes dans les installations à rangées multiples de capteurs. Comme le montre la Figure 1, les congères étaient plus épaisses entre les rangées. Au-dessous et en avant des rangées, là où la vitesse du vent était plus grande en raison de l'inclinaison des capteurs [1], l'épaisseur de neige était plus faible. On a aussi observé de petites accumulations devant les rangées, dues au glissement de la neige. La quantité de neige dans une congère dépend de facteurs comme les conditions climatiques, l'espacement entre les rangées, la hauteur libre et la vitesse et la direction du vent, mais l'on a observer des congères sous forme de vagues dans toutes les installations comprenant plusieurs rangées de capteurs.

Par contre, il y avait très peu de congères autour des installations comprenant une seule rangée de capteurs. On a observé au-dessous des capteurs des zones creusées, attribuables à l'accélération du vent décrite précédemment. D'après les études sur modèles [1], la neige soufflée devrait former des congères en aval des capteurs. Cependant, on n'a jamais observé ces congères, soit parce que les capteurs étaient trop courts, soit parce qu'ils étaient trop près du bord du toit.

5. RÉSUMÉ

Les résultats obtenus jusqu'ici peuvent se résumer comme suit:

a) il y a formation de congères appréciables entre les rangées de capteurs;

b) les congères ont la forme de vagues ayant leurs crêtes entre les rangées et leurs creux au-dessous des capteurs (voir Figures 1 et 2);

c) la quantité de neige dans chaque vague dépend de facteurs comme la hauteur libre, l'espacement entre les rangées et les conditions climatiques;

d) il peut y avoir une accumulation à l'avant de chaque rangée, due au glissement de la neige.

Compte tenu des considérations qui précèdent, il faut être prudent lorsqu'on évalue la capacité portante d'un toit dont les solives sont orientées dans la même direction que les rangées de capteurs. Dans une charpenterie de ce type, les solives qui auront à supporter la plus forte charge sont celles situées à peu près à mi-chemin entre les bords inférieurs de rangées voisines et celles situées juste au-dessous des capteurs. Le problème de conception posé par les capteurs disposés en une seule rangée, par contre, semble beaucoup moins complexe, particulièrement lorsque la rangée est courte ou à proximité du bord du toit.

Bibliographie

1. "Prevention of Excess Snow Accumulation due to Roof Mounted Solar Collectors", Morrison, Hershfield, Theakston and Rowan Ltd., Consulting Engineers, Guelph (Ontario) (Ébauche).

2. O'Rourke, M.J., "Snow and Ice Accumulation Around Solar Collector Installations", National Bureau of Standards, Rapport NBS GCR 79-180, 1979.

3. Corotes, R.B., Dowding, C.H., et Rossow, E.C., "Snow and Ice Accumulation at Solar Collector Installations in the Chicago Metropolitan Area", National Bureau of Standards, Rapport NBS GCR 79-181, 1979.